

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1996/97

Oktober/November 1996

ZCT 312/2 - Mekanik Statistik

Masa: [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua EMPAT soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Terbitkan bahawa antara tekanan P dan ketumpatan tenaga u bagi foton sebagai suatu zarah tak berjisim akan dipenuhi kaitan

$$P = \frac{1}{3} u$$

(10/25)

- (b) Dengan memanfaatkan ungkapan hukum pertama termodinamik $dQ \equiv TdS = dE + PdV$, maka tunjukkan bahawa dipenuhi kaitan

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \frac{4u}{3T}$$

di mana S menyatakan entropi.

(5/25)

- (c) Dengan memanfaatkan kaitan $\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ dari teori-teori termodinamik, selanjutnya buktikan rumus radiasi ketumpatan tenaga foton Stefan-Boltzmann

$$u = \kappa T^4$$

di mana κ suatu pemalar dan T adalah suhu.

(10/25)

...2/-

2. Kalau pada taburan Maxwell-Boltzmann bukannya ditinjau terhadap ruang momentum, melainkan terhadap ruang halaju, maka kita mempunyai kaitan-kaitan:

Elemen nombor zarah: $dN = 4\pi A V^2 e^{-\frac{1}{2}m\beta V^2} dV$

Elemen tenaga zarah: $dE = 4\pi A V^2 (\frac{1}{2} m V^2) e^{-\frac{1}{2}m\beta V^2} dV$

- (a) Jika zarah yang ditinjau adalah molekul monoatomik, maka tetapkan nilai parameter A dan β dengan memanfaatkan teori kinetik gas.

(15/25)

- (b) Kirakan halaju maksimum zarah.

(5/25)

- (c) Jelaskan bahawa taburan zarah lebih fizikal dinyatakan dalam peubah momentum daripada dalam peubah halaju.

(5/25)

3. Diketahui terdapat N_k zarah boson yang sama yang boleh mempunyai g_k keadaan yang berbeza, sehingga jumlah keseluruhan taburan yang mungkin adalah

$$P = \prod_k \frac{(N_k + g_k - 1)!}{N_k! (g_k - 1)!}$$

dengan syarat: $\sum_k N_k = N$, $E = \sum_k N_k \epsilon_k$; di mana N menyatakan jumlah total zarah boson, E adalah tenaga total dan E_k sebagai tenaga bagi N_k zarah boson.

- (a) Terbitkan bahawa taburan bagi N_k zarah boson untuk N_k dan g_k besar, akan ditentukan oleh rumus

$$N_k = \frac{g_k}{[e^{(\epsilon_k - \mu)/k_B T} - 1]}$$

(10/25)

...3/-

(b) Sebutkan peranan μ dan jelaskan sifat-sifatnya. (5/25)

(c) Berikan rajah bagi (N_k/g_k) sebagai fungsi E_k , jika E_k boleh mempunyai nilai $E_k = 0$ ke $E_k = \infty$. Apakah terdapat keadaan di mana (N_k/g_k) maksimum? (10/25)

4. Diketahui terdapat N_k zarah fermion yang sama yang boleh mempunyai g_k keadaan yang berbeza.

(a) Jelaskan bahawa haruslah $g_k \geq N_k$. Mengapa bagi zarah boson N_k boleh sembarangan? (5/25)

(b) Jumlah keseluruhan taburan bagi N_k zarah fermion yang sama ditentukan oleh

$$P = \prod_k \frac{g_k!}{N_k!(g_k - N_k)!}$$

dengan syarat $\sum_k N_k = N$, $E = \sum_k N_k \epsilon_k$; di mana N menyatakan jumlah total zarah fermion yang ditinjau, E adalah tenaga total dan E_k sebagai tenaga bagi N_k zarah fermion. Terbitkan bahawa taburan bagi N_k zarah boson untuk N_k dan g_k besar, akan ditentukan oleh rumus

$$N_k = \frac{g_k}{[e^{(\epsilon_k - \mu)/k_B T} + 1]} \quad (10/25)$$

(c) Sebutkan peranan μ dan jelaskan sifat-sifatnya. (5/25)

(d) Berikan rajah bagi (N_k/g_k) sebagai fungsi E_k apabila E_k boleh mempunyai nilai dari 0 ke ∞ , dengan terlebih dahulu memberikan kiraan titik-titik koordinat yang penting (utama). (5/25)